

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ КАТОДНОЙ ЗАЩИТЫ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ ЗА СЧЕТ ВИЭ

*Гладиков А.А., Щеклеин С.Е.
УрФУ, e-mail: gladikovv @gmail.com*

В последние годы возросла потребность в автономном обеспечении электрической энергией станций катодной защиты магистральных газопроводов, расположенных на значительном расстоянии от централизованных сетей электроснабжения.

На магистральных газопроводах наиболее часто встречается электрохимическая коррозия, которая может быть атмосферной (в среде влажного воздуха), морской (в морской воде и атмосфере), почвенной, грунтовой или подземной (в почвенных электролитах). Возможна также электрокоррозия (под воздействием блуждающих токов).

Подземная коррозия металлических трубопроводов приводит к значительным экономическим потерям. Она является причиной аварийных остановок и ремонтов, связанных заваркой каверн, наваркой заплат, врезкой катушек, заменой участков трубопроводов и поврежденных коррозией конструкций, потерь транспортируемого продукта, загрязнения окружающей среды, простоев оборудования потребителей газа. Для предотвращения этого необходимо применять научно обоснованные и практически оправданные методы защиты от коррозии.

На данный момент основным оборудованием для активной электрохимической защиты газопроводов являются установки катодной защиты (УКЗ) мощностью от 0,3 кВт до 5 кВт, работающие от однофазной электрической сети с напряжением 220/240 В и от автономных источников тока (АИТ), преобразующих тепловую энергию, получаемую при горении природного газа в электрическую. В АИТе используется эффект Зеебка.

Для подачи электроэнергии на установки ЭХЗ применяются линии электропередач 6/10 кВ протяженностью до 20 км, а в частных случаях и значительно больше. После ЛЭП непосредственно перед УКЗ устанавливается трансформатор, понижающий напряжение с 6/10 кВ до 220/240 В.

Чем протяженнее ЛЭП, тем она дороже при строительстве и в эксплуатации и тем ниже ее надежность, учитывая лесистую и болотистую местность. Дополнительным фактором ненадежности ЛЭП является фактор незащищенности от третьих лиц – это кражи проводов и электрооборудования. Таким образом, получается снижение надежности электроснабжения в разы. Простой линий электропередач по причине аварий составляет до 20 % времени. Это средний показатель: основная масса линий работает достаточно надежно, но большой процент отключен до 50 % времени, а некоторые простаивают годами.

Причинами аварийных отключений являются падение деревьев на провода, попадание молний, падение опор, электрический пробой опорных изоляторов, выход из строя высоковольтных кабелей.

Восстановить ЛЭП в труднодоступной местности, а именно в болотах, можно только в зимний период времени, и это требует больших затрат. На не-

которых ЛЭП зафиксированы случаи кражи проводов общей протяженностью до 5 км, причем трижды за один год, падение деревьев на ЛЭП – восемь раз за один месяц.

Проблема состоит в том, что от одной ЛЭП запитаны несколько УКЗ и её отключение независимо от причин приводит к отсутствию электрохимической защиты на протяжённых участках газопроводов, что приводит к снижению ресурса газопроводов.

В ГОСТах и СТО написано: «Стальные сооружения ОАО «Газпром» подлежат защите от коррозии независимо от условий их эксплуатации», «Средства защиты от коррозии должны обеспечивать защиту сооружений от коррозии в течение всего срока их эксплуатации».

Из вышесказанного следует, что небольшой источник электрической энергии должен находиться непосредственно там, где эта энергия и будет потребляться.

Также используются автономные источники тока для электроснабжения УКЗ, преобразующие тепловую энергию, получаемую при горении природного газа, в электрическую. В АИТе используется эффект Зеебека – явление возникновения ЭДС в электрической цепи, состоящей из последовательно соединенных разнородных проводников, контакты между которыми находятся при различных температурах.

Рассматривая второй вариант электроснабжения СКЗ, а именно автономный источник тока, можно выявить следующие преимущества: простота конструкции и высокая надёжность, обусловленная отсутствием движущихся деталей, что исключает износ от трения; простота и надёжность снижают требования к обслуживающему персоналу; возможность получения необходимой мощности; высокая эксплуатационная надёжность; продолжительный срок службы до 20 лет. Недостатком АИТ-150 является низкий КПД, около 2 %, и отсутствие автоматического контроля. На замену им пришли более совершенные устройства, такие как Global TEG-5220 с выходной мощностью 220 Вт и КПД около 3 %. Данное устройство оснащено автоматом розжига пламени, выполняющим автоматический розжиг в случае погасания пламени (автоматический розжиг осуществляется также при возобновлении подачи газа после отключения) и стабилизатором выходного напряжения, защитой от короткого замыкания и обрыва в цепи потребителя.

Решением данной проблемы может быть использование возобновляемых источников энергии, например, фотоэлектрическая станция (ФЭС) в системе с АКБ. Установленная мощность УКЗ составляет 300 Вт, тогда суточное энергопотребление составит 7,2 кВт·ч. Одна АКБ с плотностью тока 200 А·ч и выходным напряжением 24В вырабатывает 4,8 кВт·ч. Возьмем средний приход солнечной радиации на Урале $J = 200 \text{ Вт/м}^2 = 0,2 \text{ кВт/м}^2$, используя график прихода солнечной радиации в сутки, определим энергосыработку ФЭС

$$Э_{\text{солн}} = 24 \cdot J \cdot F = 24 \cdot 0,2 \cdot F = 4,8F,$$

где J – приход солнечной радиации в сутки, кВт/м²; F – площадь фотоэлектрической панели.

Подставим это значение в формулу энергоснабжения ФЭС:

$$\mathcal{E}_{\text{ФЭС}} = \eta_{\text{ФЭС}} \cdot \mathcal{E}_{\text{солн}} = 0,2 \cdot 4,8F$$

Отсюда выражаем площадь ФЭС

$$F_{\text{ФЭС}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{ФЭС}}}{\eta_{\text{ФЭС}} \cdot \mathcal{E}_{\text{солн}}} = \frac{4,8}{0,2 \cdot 4,8} = 5 \text{ м}^2$$

Так как требуемое потребление УКЗ составляет 7,2 кВт·ч, то возьмем 2 АКБ. С учетом коэффициента запаса

$$F''_{\text{ФЭС}} = K_{\text{зап}} \cdot F_{\text{ФЭС}} = 4 \cdot 10 = 40 \text{ м}^2,$$

где $K_{\text{зап}}$ – коэффициент, учитывающий пасмурные дни.

Из расчета видно, что для электроснабжения УКЗ мощностью 300 Вт в условиях Уральского региона требуются фотоэлектрические преобразователи, площадью 40 м² и 2 АКБ с выходным напряжением 24 В и плотностью тока 200 А·ч. Это позволит за счет использования возобновляемых источников энергии обеспечить автономное электроснабжение УКЗ.

О ВЛИЯНИИ РАЗМЕРА ЧАСТИЦ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ВНЕШНЕГО МАССООБМЕНА (МАССООТДАЧИ) ПО ВЫСОТЕ ВИБРОКИПАЮЩЕГО СЛОЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Горбунова А.М.

УрФУ, anessa.86@mail.ru

Качество химико-термической обработки тел в виброкипящем слое, сопровождающейся массообменом, зависит и от равномерности протекания такого процесса по обрабатываемой поверхности.

Об интенсивности внешнего массообмена (массоотдачи) в различных горизонтальных сечениях виброкипящего слоя можно судить, исследуя локальный массообмен по высоте вертикального цилиндра, размещенного в слое.

В данных исследованиях в качестве модельного использовался процесс сублимации цилиндрического образца [1], набранного из 10-ти одинаковых нафталиновых таблеток с исходным средним диаметром 14 мм и высотой 10 мм каждая, нанизанных на общий стержень, с помощью которого образец жестко крепился в центре слоя. Для устранения массообмена с торцов нижняя и верхняя таблетки изолировались шайбами

Опыты проводились [2] в аппарате квадратного сечения 100×100 мм и высотой 160 мм, который жестко крепился к столу вибростенда. Параметры вертикально направленной вибрации составляли: частота $f = 40$ Гц, амплитуда $A = 0,4 \div 1,4$ мм, высота неподвижной засыпки $H_0 = 120$ мм. Сыпучим материалом служил электрокорунд узких фракций, инертный по отношению к парам нафталина, с размером частиц $d_T = 0,12, 0,25$ и $0,63$ мм. Для характеристики внешнего массообмена применялся коэффициент массоотдачи β , который рассчитывался по уравнению [1, 2]:

$$\beta = \frac{\Delta M \cdot R_{\text{пн}} T_{\text{сл}}}{F \tau (P_{\text{пн.с}} - P_{\text{пн.0}})}, \text{ м / ч}, \quad (1)$$